

明 細 書

薄板状基板の搬送装置、及びその搬送制御方法

技術分野

- [0001] 本発明は、所定の清浄環境下に設置されて、半導体ウエハ、液晶表示装置、プラズマ表示装置、有機及び無機エレクトロルミネッセンス表示装置、フィールドエミッシング表示装置、液晶表示パネル、プリント配線基板などの元となる基板、中間製品、製品などの薄板状基板を移載または搬送するための薄板状基板の搬送装置及び搬送制御方法に関する。

背景技術

- [0002] 従来、クリーン環境での薄板状基板の搬送用ロボットとしては、一般に特許第2739413号に代表されるスカラ型ロボットが使用されてきた。しかし近年、液晶表示機(液晶テレビ等)など表示機の大型化に伴いこれに使用されるガラス基板が大面積化し、これを搬送するロボットも大型化が要請されて来ている。そのため、ガラス基板を搬入し、各種処理装置へ搬送する工程では、2m×2m以上もある大面積のガラス基板を、高さ方向に2m以上も持ち上げて、高速で正確に搬送しなければならない。大型の薄板状基板は、重量が大きく、撓みやすいので、重量のある大型薄板状基板を高さ方向に、高速で安定して搬送することが難しいという問題がある。そのため、各種発明が提案されている。

- [0003] 例えば、特表平9-505384号公報にはボールねじを多段に重ねた昇降機構が開示されており、特開平10-209241号公報には、ジャッキ式昇降機構が記載されている。また、特開平11-238779号公報には、溶接ロボットなどに見られる屈曲アーム式昇降機構が開示されており、特開2001-274218号公報には上下に対面する2つの水平回動型アームの付け根に昇降機構を配置するロボットが記載されている。

特許文献1:特許第2739413号

特許文献2:特開平11-238779号公報

特許文献3:特開2001-274218号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0004] しかし、ボールネジ多段昇降機構は水平方向の強度が弱く横揺れ防止が困難である。また、ジャッキ式や屈曲アーム式ロボットでは、低角度から重力に抗して持ち揚げの際に、逆テコの原理から多大な力が必要となる。さらに、この大きな力に耐える強度を保つため、アームの駆動機構は太く重くなるという問題がある。水平回動型アームの付け根に1本の昇降機構を配置するロボットでは、アームの設置された側のみしか自由に搬送できないため、反対側に搬送するためには、大きな重量を支持する昇降機構の下部に1本の回転軸を設けて回転しなければならないという構造上の無理があった。
- [0005] また、薄板状基板の大型化に伴いロボット自体が大型化すると、ロボット自体の重量も重くなりエンドエフェクタを伸ばした距離も長くなる。従って、ロボットの動作に伴い(エンドエフェクタの動作位置によって)、ロボット自体に撓みが発生する場合がある。そのため、撓みによる傾きを考慮することなく、薄板状基板をカセットから取りだし、又はカセット内に挿入する等の搬送動作を行うことが困難となる場合もある。尚、本明細書の説明において、搬送ロボットにより薄板状基板をA位置からB位置に「搬送する」とは、薄板状基板を搬送ロボットにより移動させるすべての移送を含むものとする。例えば、カセットから薄板状基板を取り出して処理室に移動する動作、処理室からカセットに戻す動作のすべてが「搬送する」に含まれる。
- [0006] さらに、液晶表示機の基板となるガラス板のような大型で撓み量の大きい薄板状基板を
エンドエフェクタにより持上げ保持して、高速で搬送し所定の位置に配置するには、薄板状基板の所定の基準位置を正しく保持していることが重要となる。保持する位置がずれていると、薄板状基板を正しい位置に配置できないだけでなく、搬送時のガラス板の移動経路及び撓み量を正確に認識することができなくなるので、薄板状基板がカセットや他の機構に接触して破損するおそれもでてくる。
- [0007] 従って、本発明は、所定の清浄環境下に設置され、大型の薄板状媒体を重力に抗して高さ方向へ移送する場合においても従来のような大きな力を必要とせず、かつ安定した動作が可能な搬送装置及び搬送システムを提供することをその目的とする。

[0008] また、本発明は、ロボット自体に撓みが生じても薄板状基板を正確に搬送可能な搬送装置及びその搬送制御方法を提供することをその目的とする。

[0009] さらに本発明は、薄板状媒体を正しい基準位置に保持しているかどうかを、搬送動作中において検証し、そのずれ量を算出して、搬送経路を補正するようにすることのできる搬送装置及びその搬送制御方法を提供することをその目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明は、直立する一対の直立支持体の間に昇降可能な水平支持台部を設け、水平支持台部上に水平回動アームを供えるロボットを載置している。また、水平支持台部上に傾斜調整機構を設けて、ロボットの傾斜角を調整可能な構成とすることも可能である。

[0011] 本発明にかかる搬送装置の1つの実施態様は、所定の清浄環境下に設置され、大型の薄板状基板を所定の取り出し位置から他の処理位置に搬送する薄板状基板の搬送装置であって、離間して直立する一対の直立支持体と、一対の直立支持体により昇降可能に片持ち支持された少なくとも一つの水平支持台部と、水平支持台部を上下方向に昇降させる昇降駆動手段と、水平支持台部に載置され、薄板状基板を持ち上げ移送する水平回動アームを備えるロボットとを備えることを特徴とする。

[0012] この実施態様によれば、ロボットが2つの直立支持体により支持されて、直立支持体に沿って上下に昇降されるので、比較的高い位置へも安定した昇降動作が可能となる。また、現在位置がどの位置にあっても、ロボットを上昇させる負荷は同じである。

[0013] 本発明にかかる搬送装置の他の実施態様は、ロボットが、水平回動アームを駆動して一対の直立支持体の間から薄板状基板を取り出し又は戻すようアクセス可能であることを特徴とする。この実施態様によれば、一対の直立支持体の離間間隔を、薄板状基板の幅以上の大きさとすることにより、一対の直立支持体の間から薄板状基板を取りだし、移送することが可能となる。

[0014] 本発明にかかる搬送装置の他の実施態様は、水平支持台部が、該水平支持台部に載置されるロボットの水平面に対する角度を変化させる傾斜調整手段を備えることを特徴とする。この実施態様によれば、ロボットを設置する水平支持台部にロボット全体の傾斜を僅かに変化させる傾斜手段を設けることにより、ロボットの傾斜角を変化さ

せることが可能である。例えば、ロボットを支持している台の一点または2点、若しくは一辺をカム等により僅かに持ち上げ、または下降させることにより傾斜を調整可能である。

- [0015] 本発明にかかる搬送装置の他の実施態様は、薄板状基板を持ち上げ移送する回動アームの先端に設けられたエンドエフェクタの撓み量と回動アームの鉛直方向の撓み量を補正する撓み補正手段を備えることを特徴とする。この実施態様によれば、薄板状基板が大きくなり回動アームの移動量が大きくなることにより生じる撓み量を補正して、薄板状基板を正確に保持して目的の位置に正確かつ安全に搬送することが可能となる。
- [0016] 本発明にかかる搬送装置の他の実施態様は、撓み補正手段が、エンドエフェクタにより薄板状基板を持ち上げた状態での撓み量を補正することを特徴とする。この実施態様では、薄板状基板を保持しているか否かによる撓み量の違いに応じた補正制御を行なう。
- [0017] 本発明にかかる搬送装置の他の実施態様は、撓み補正手段が、回動アーム上またはエンドエフェクタ上に設けられた基準点の移動に伴う複数の測定点の鉛直方向の撓み量を記憶する撓み記憶手段を備え、基準点が測定点に移動する毎に撓み記憶手段から現在位置に対応する撓み量を読み出して、該撓み量を補正することを特徴とする。この実施態様によれば、回動アームの移動の程度により異なる撓み量に応じて、時分割に補正制御を行なうことができる。これにより効率的な搬送動作を行なうことができる。
- [0018] 本発明にかかる搬送装置の他の実施態様は、撓み記憶手段が、自重のみによる撓み量と、薄板状基板を保持しているときの撓み量の双方を記憶しており、自重のみの場合と搬送物を保持している場合とで補正量を変更することを特徴とする。
- [0019] 本発明にかかる搬送装置の他の実施態様は、補正手段が、昇降駆動部を制御する補正制御手段を備え、駆動部を制御して撓み量に応じて水平支持台部を上昇させまたは下降させることにより撓み量を補正することを特徴とする。この実施態様では、撓み量に応じて、ロボットを載置している水平支持台部の高さを調整することにより、撓み量の補正を行なう。

- [0020] 本発明にかかる搬送装置の他の実施態様は、補正手段が、傾斜調整手段を制御する補正制御手段を備え、調整手段により水平支持台部に載置されたロボットを傾斜させることにより、エンドエフェクタ及び回転アームの位置を上昇または下降させて、撓み量を補正することを特徴とする。この実施態様は、水平支持台部上でロボットを傾斜させることにより、エンドエフェクタの端部の位置を上昇させて、撓み量を補正するものである。
- [0021] 本発明にかかる搬送装置の他の実施態様は、補正手段が、昇降駆動手段及び傾斜手段を制御する補正制御手段を備え、撓み量に応じて、水平支持台部を昇降し、及び／または傾斜調整手段を傾斜させることにより、撓み量を補正することを特徴とする。この実施態様は、水平支持台部の高さ方向の調整、ロボットの傾斜の調整の双方の制御による撓み量の補正を可能とするものである。これにより適切かつ効率的な薄板状基板の移送が可能となる。
- [0022] 本発明にかかる搬送装置の他の実施態様は、さらに、エンドエフェクタにより保持した薄板状基板の通過を検知する保持位置センサと、保持位置センサの検出信号に基づいて所定の基準位置と保持位置のずれ量を算出する算出手段とを備える保持位置確認手段と、算出したずれ量に基づき、保持位置のずれ量を補正するずれ補正手段とを備えることを特徴とする。この態様により、保持位置のずれによる搬送位置のずれを防止して正確に搬送することが可能となる。また、保持位置のずれにより搬送時に他の部分と接触する等の事故を防止することも可能となる。
- [0023] 本発明にかかる搬送装置の他の実施態様は、保持位置確認手段が、所定の基準位置からのX軸方向へのずれ、Y軸方向へのずれ、さらに回転方向へのずれ量を算出し、ずれ補正手段は算出したずれ量を打ち消す方向にエンドエフェクタを移動させてずれ量を補正することを特徴とする。この態様により、X軸方向、Y軸方向、回転方向のすべての保持位置のずれを補正することが可能となる。
- [0024] 本発明にかかる搬送装置の他の実施態様は、さらに、一対の直立支持台部を水平に移動させる移動手段を備えることを特徴とする。この実施態様によれば、ロボットを載せた水平支持台部を水平移動可能な構成とすることにより、ロボットが水平方向及び鉛直方向のいずれかの方向にも移送可能とする。これにより、ロボットを所定の空

間内の自由な位置に移動させることが可能となる。

- [0025] 本発明にかかる搬送装置の他の実施態様は、離間して設けられた一対の直立支持体を平行に維持した状態で、該一対の直立支持体の頂部を結合する固定する梁部を備えることを特徴とする。この実施態様では、梁部により直立支持体の固定位置を補強している。
- [0026] 本発明にかかる搬送装置の搬送制御方法の第1の実施態様は、所定の清浄環境下に設置され、回動アーム及びエンドエフェクタを備えており、大型の薄板状基板を所定の取り出し位置から他の処理位置に搬送する搬送装置において、(a)回動アーム又はエンドエフェクタのアクセス位置の位置情報に基づいて、横方向移動量、鉛直方向の移動量、及び回動アーム及びエンドエフェクタの駆動データを算出する工程と、(b)算出した横方向及び垂直方向の移動量に応じてロボットを移送し、駆動データに基づいて回動アーム及びエンドエフェクタを駆動する工程と、(c)回動アーム及びエンドエフェクタを伸長したときの撓み量データを所定の記憶手段から読み出す工程と、(d)撓み量データに基づいて該撓み量を補正する補正データを算出する工程と、(e)補正データに基づいて、鉛直方向の移動量を調整して撓み量を補正するように鉛直方向の移動量を制御する工程とを備えることを特徴とする。
- [0027] 本発明にかかる搬送装置の搬送制御方法の他の実施態様は、工程(e)に代えて、(f)補正データに基づいて、ロボットの傾斜角度を調整することにより、撓み量を補正する工程を備えることを特徴とする。この態様は、ロボットの高さを調整することにより、撓み量を補正をした搬送を行なうものである。
- [0028] 本発明にかかる搬送装置の搬送制御方法の他の実施態様は、工程(e)に代えて、(g)補正データに基づいて、鉛直方向の移動量及び／または是記ロボットの傾斜角度を調整することにより、撓み量を補正する工程を備えることを特徴とする。この態様は、ロボットの傾斜角を変化させることにより、エンドエフェクタの端部の位置を変化させて、撓み量の補正を行なうものである。
- [0029] 本発明にかかる搬送装置の搬送制御方法の他の実施態様は、工程(c)においては、複数の移動地点の撓み量を読み出して、工程(d)において、移動地点毎の補正データを算出することを特徴とする。この態様は、ロボットの高さの調整及び、傾斜角の

調整の双方またはいずれかを用いて、撓み量の補正を行なうものである。

[0030] 本発明にかかる搬送装置の搬送制御方法の他の実施態様は、工程(c)が、記憶手段から、薄板状基板を保持しているか否かに応じた撓み量を読み出す工程であることを特徴とする。この態様は、エンドエフェクタが薄板状基板を保持している場合と、保持していない場合により、撓み量補正量を変化させるものである。

[0031] 本発明にかかる搬送装置の搬送制御方法の他の実施態様は、工程(c)において、記憶手段から、撓み量に応じて予め算出された補正量を読み出し、工程(d)による補正量を算出することなく、読み出した補正量に基づいて工程(e)の処理を実行することを特徴とする。この態様では、予め各移動位置に対応する撓み量の補正データを算出しておき、その補正データを読み出して、撓み量の補正を行うものである。したがって、移動時に補正データを算出する必要がなく、制御部の負荷が軽くなり、高速処理が可能となる。

[0032] 本発明にかかる搬送装置の搬送制御方法の他の実施態様は、さらに、(h)エンドエフェクタにより保持した薄板状基板の保持位置を確認する工程と、(i)保持位置と所定の基準保持位置とを比較し、そのずれ量を算出する工程と、(j)算出したずれ量を補正するよう動作制御する工程とを備えることを特徴とする。

[0033] 本発明にかかる搬送装置の搬送制御方法の他の実施態様は、工程(i)が、所定の基準保持位置からのX軸方向へのずれ、Y軸方向へのずれ、さらに回転方向へのずれを算出する工程を含み、工程(j)は、工程(i)において算出した各方向のずれを補正するよう動作制御する工程を備えることを特徴とする。

発明の効果

[0034] 本発明によると、回動アームを備え、X軸及びY軸方向(水平面)へ薄板状基板を正確に搬送することのできるロボットを、載置した上下駆動可能な支持台に載置する。支持台は、2本の直立する塔に支持されて上下動可能である。このように支持台を2本の塔により支持しているので、支持台を数m単位で高速で上下動させ、ロボットを支持台に載せた状態で高速で水平方向に動作させても、安定した動作が可能となる。

[0035] 従って、比較的重量のある大きな薄板状基板を上下方向及び縦横方向に、比較的

長い距離(数m)、安定して高速で搬送(移送)することが可能となる。また、薄板状基板、エンドエフェクタの撓み量等に応じて、ロボットの傾斜角を調整可能であるので、正確な搬送が可能となる。さらに、エンドエフェクタによる薄板状基板の保持位置が所定の基準値内にあるかどうかを検証し、ずれが生じている場合には補正するよう構成可能であるので、より正確かつ安全に搬送することが可能となる。また、ロボット及び可動部から発生する塵埃を吸引にダクトを介して清浄環境外に排気するよう構成することにより、所定の清浄環境を保つことが可能となる。

図面の簡単な説明

- [0036] [図1]図1は、本発明にかかる搬送装置の一実施形態を備える薄板製造システムの平面図である。
- [図2]図2は、図1示す搬送装置10の斜視図である。
- [図3]図3は、図1のA-A'線の断面図である。
- [図4A]図4Aは、塔(直立支持部材)の昇降機構の実施例を示す側面図である。
- [図4B]図4Bは、図4Aに示すB-B'線方向の断面図である。
- [図5]図5は、塔に設けられる昇降機構の他の実施例を示す搬送装置の側面図である。
- [図6]図6は、ロボットとそのエンドエフェクタの作動可能範囲(方向)を示す。
- [図7A]図7Aは、傾斜調整手段の一実施例を示す側面図である。
- [図7B]図7Bは、傾斜調整手段の一実施例を示す側面図である。
- [図7C]図7Cは、傾斜調整手段の一実施例を示す側面図である。
- [図8]図8は、他の実施形態にかかる傾斜調整手段を示す側面図である。
- [図9]図9は、他の実施形態にかかる傾斜調整手段の概念を示す模式図である。
- [図10A]図10Aは、回動アームを伸張する過程で、エンドエフェクタ上の所定の測定点(基準点)が測定地点AからJ地点まで移動するときの撓み量を示す撓み曲線Dを示すグラフである。
- [図10B]図10Bは、撓み曲線と、撓みを補正するために補間曲線を示すグラフである。
- [図11]図11は、水平方向、鉛直方向の移送制御を行なう本発明の搬送制御手段の

一実施形態を示す機能ブロック図である。

[図12A]図12Aは、回動アームによるエンドエフェクタ17の最大移送距離を示す図である。

[図12B]図12Bは、撓み量の補正を行わない場合において、エンドエフェクタ17を、所定の収納容器に挿入する場合を示す図である。

[図12C]図12Cは、傾斜調整部を用いて撓み量を補正した場合を示す図である。

[図13]図13は、ロボットによる薄板状基板の搬送位置を示すための平面図である。

[図14]本発明の1実施形態に係る保持位置確認手段を備えた搬送装置を示す斜視図である。

[図15]ロボットの旋回中心を原点とするX-Y平面(水平面)における、エンドエフェクタによるガラス板の保持位置(教示位置)を示す図である。

[図16]保持位置がX軸方向にずれている場合の教示位置とのずれを示す模式図である。

[図17]保持位置がY軸方向にずれている場合の教示位置とのずれを示す模式図である。

[図18]保持位置がX軸及びY軸方向に平行移動及び回転方向にずれている場合の教示位置との位置関係を示す模式図である。

[図19]図18の状態から教示位置方向に角度 α だけ回転した状態を示す図である。

[図20]2個の位置確認センサを設けた場合の教示位置を示す図である。

[図21]2個の位置確認センサを設けた場合に、その測定値により教示位置からの回転方向のずれを算出する方法を説明する図である。

[図22]塵埃による清浄環境の汚染を防止するための一実施形態を説明するための部分斜視図である。

符号の説明

- [0037] 10 搬送装置
- 11 移動台
- 12 塔(直立支持体)
- 13 水平支持台部

- 14 搬送ロボット
- 16 回動アーム
- 17 エンドエフェクタ
- 27 昇降用モータ
- 30 チルト機構(傾斜調整手段)
- 40 基台部
- 41 移動台
- 42 レール
- 50 ステージ
- 60 処理装置
- 77 上下駆動手段
- 80 排気管
- 81a～81f 回動軸
- 82a～82e 排気ダクト
- 110 位置確認センサ

発明を実施するための最良の形態

[0038] 発明を実施するための最良の形態について、図面を参照しながら以下に詳細に説明する。以下の説明では、薄板状基板として約2m四方のガラス板を搬送する場合を想定して説明する。また、本発明にかかる搬送装置は、半導体集積回路を作成するための薄板状部材を搬送する装置であるので、いわゆるクリーンルームに比較すると清浄度は低いものの、

一定の清浄環境下で可動するものである。従って、本願発明にかかる搬送装置は、塵埃の発生を抑える等、清浄環境下で動作するための所定の要件を備えた搬送装置であり、通常のクレーン装置、倉庫等における昇降機等の搬送装置とはその性質をまったく異にするものである。

[0039] 図1に、本発明にかかる搬送装置の一実施形態を備える半導体集積回路用薄板製造システムの平面図を示す。薄板製造システムは、搬送装置10と、搬送装置10の前に設けられたステージ50と、その後方に設けられた処理装置60とを備えている。

図2は、図1及び図3に示す搬送装置10とは水平支持台部の構造のみが異なる他の実施形態にかかる搬送装置の斜視図である。図3は、図1のA-A'線方向の断面図を示す。ステージ50には、ガラス板57が収納されているカセット51及び空のカセット52が載置されている。

- [0040] 搬送装置10はカセット51からガラス板53(図3)を取り出して、後方の処理装置60に移送する。処理装置60では、ガラス板を所定の目的に応じて加工処理する。処理を終えたガラス板53は、搬送装置10により取り出され空のカセット52に移送される。カセット51、52は、AGV(Automotive Ground Vehicle)などによって運ばれて、ステージの所定の場所に載置され、又は運び出される。
- [0041] 搬送装置10は、基台部40、直立する一対の塔(直立支持体)12と、一対の塔12に上下に昇降可能に支持されている水平支持台部13と、水平支持台部13上に載置固定されているロボット14とを備えている。基台部40は、左右に伸びる3本のレール42と、レール42上を左右(X軸方向)に移動可能に設けられた移動台11とを備えている。
- [0042] 一対の塔12は移動台41上に設けられており、レール42に沿って左右方向(X軸方向)に水平移動可能である。一対の塔12の間隔は、薄板状基板が出入できる程度の間口とし、塔12の高さは、搬入搬送すべきガラス基板収納用カセットの高さや基板処理装置の高さにより定められる。また、一対の塔12は、その頂部を跨る梁で結合して強化し門型とすることが好ましい。
- [0043] 一対の塔12には、水平支持台部13が設けられている。水平支持台部13は、処理装置60の方に突出するように一対の塔12に片持ち支持され、塔12に沿って昇降可能な構造となっている。水平支持台部13の台部となる水平面は、必要最小限の大きさで、箕の子状または多孔板状にすることが好ましい。搬送対象となる薄板状基板に塵埃が付着すると歩留まり(良品率)が低下することから、薄板状基板は高潔な生産環境を必要とするため、工場内の雰囲気を攪乱しないように昇降時の空気の攪乱をできるだけ少なくすることが望ましいからである。
- [0044] 水平支持台部13には、ロボット14が載置固定される。ロボット14は、節を軸にして回動可能な2つの回動アーム16を備えており、各回動アーム16の端部にはガラス板

53を移送するエンドエフェクタ17が設けられている。

- [0045] カセット51からガラス板53を取り出す際には、一対の塔12が固定された移動台41を水平方向(X軸方向)に移動し、水平支持台部13を上下(Z軸方向)に昇降することにより高さを調整して、ロボット14をガラス基板が収納されたカセット51の前に移動する。カセット51からガラス板53を取り出す場合、回動アーム16を駆動させてエンドエフェクタ17をカセット51内に挿入し、水平支持台部13を所定量(僅かに)上昇させてガラス基板53をすくい取る。
- [0046] その後、エンドエフェクタ17をロボット14の本体の方(Y軸方向)に引き寄せ、ロボットを180度旋回させるとともに、移動台41及び水平支持台部13をX軸及びZ軸方向に移動させて処置装置60の正面に停止する。その後、ゲート61を開いてアーム16を伸張してエンドエフェクタ17を装置60内に挿入してガラス基板53を載置する。ガラス基板53の処理が終了すると、処理装置60からエンドエフェクタ17により取り出し、他方のカセット52に収納する。
- [0047] 本発明に使用する回動型アーム体を有するロボットとは、アームが水平回動するスカラ型ロボット、関節部が垂直面内で回動或いはアーム方向の軸中心に回動する多関節ロボットなどである。鉛直方向の微調整のために、水平支持台部13に設置されるロボット自身にも昇降機構を設ける構成することもできる。ロボット自身に昇降機構を備える場合には、Z軸方向の微調整が可能となる利点があるが、ロボットの構造が複雑になる他、重量が重くなることから水平支持台部の上昇負荷が大きくなるという問題点もある。
- [0048] また本発明に使用するロボットは、薄板状基板を載置するためのエンドエフェクタ17を具え、これに吸着機構を具えることができ、またその形状は公知であってよい。また、関節部には磁性流体によるシールを施してあるほか、接続部分にはすべてパッキンを用いてロボット体内の塵埃を外部に出さないようにすることが好ましい。
- [0049] 上述の通り、一対の塔12は、ロボット14を載置した水平支持台部13を上下方向(Z軸方向)に昇降させる。また、一対の塔12は移動台41に固定されており、水平方向(X軸方向)に移動する。さらに、水平支持台部13には、チルト機構(傾斜調整手段)30を備えており(図3)、傾斜調整手段を介してロボット14が設置されている。以下、本

発明の一実施形態にかかる搬送装置のX軸方向の移動手段、Z軸方向の移動手段、及び傾斜調整手段について説明する。

[0050] (X軸方向の移動手段)

図1及び図3を用いて、基台部40の構造及び基台部に固定される一対の塔12のX軸方向への移動について説明する。基台部40には、3本のレール42の上に摺動移動可能な移動台41が設けられ、その上に一対の塔12が固定されている。移動台41上にはモータ19が固定されており、モータ19に取り付けたピニオンとレール42に取り付けたラックにより、X軸方向に駆動される。モータ19、ラック及びピニオンはいずれのレール42に取り付けても良いが、中央のレール42の取り付けるのが好ましい。

[0051] このような水平移動機構としては、水平平行レールとラックアンドピニオン方式、索道方式、ボールねじレール方式、レール自走方式、空気浮上方式、磁気浮上方式など公知の重量物駆動方式を採用することができる。この水平移動機構の駆動源としては、サーボモータ、ステッピングモータ、リニアモータ、油圧、エア圧などによる流体圧シリンダ、その他の公知の駆動源を使用することができる。

[0052] (Z軸方向の移動手段)

一対の塔12は、少なくとも、ロボット14を設置した水平支持台部13を支持する機能と、水平支持台部13を上下方向(Z軸方向)へ昇降駆動させる機能とを有している。上下方向への駆動は、上下方向の正確な移動を確保するガイド部と、昇降駆動部とにより行なわれる。図4A及び図4Bを用いて具体的な機構の例を説明する。

[0053] 図4Aは、塔(直立支持部材)12に設けられる昇降機構の実施例を示す側面図であり、図4Bは、図4Aに示すB-B'線方向の断面図である。図4Aにおいて、昇降用モータ27は傘歯車を介して連結軸26を回転させる。連結軸26は、塔12の底部に設けられた別の傘歯車を介して両側の塔12内に設けられたポール状のスクリーねじ25を回

[0054] スクリーねじ25には、水平支持台部13に固定されたねじ受け28が嵌合されている。スクリーねじ25が回転すると、その回転方向に応じて、ねじ受け28が上昇または下降する。従って、スクリーねじ25の回転によりねじ受け28を介して、水平支持

台部13がリニアガイド24にそって上昇または下降する。水平支持台部13には前述のようにロボット14を設置されているので、ロボット14の回動アーム16及びエンドエフェクタ17の高さ方向(Z方向)の位置を調整可能となる。水平支持台部13は、最大高さHから最小高さLの範囲で昇降可能である。

[0055] 尚、ガイド部としては、ベアリング、ローラ等回転体を基準レールに沿わせるローラガイド機構、磁気反発力または空気膜を応用した被接触ガイド機構などがある。昇降駆動部としては、ボールねじ、ラックとピニオン、滑車とこれに掛けた懸垂紐体と釣り合い錘、ロッド付またはロッドレスのエアバランスシリンダ、各種ブレーキその他公知の駆動部を用いることができる。

[0056] (Z軸方向駆動手段の他の実施例)

図5は、塔12に設けられる昇降機構の他の実施例を示す搬送装置の側面図である。この昇降機構では、エネルギーを最小に抑えるために、エアバランスシリンダ34を具えている。塔12の下部に設けたモータ29と塔頂近くに設けたスプロケット32との間に、リング状のチェーン33がかけられている。チェーン33の左にはエアバランスシリンダ34が配置されている。リニアガイド24に案内されて移動する水平支持台部13とエアバランスシリンダ34のチャックとは、チェーン33に結合され、ロボット14の乗った水平支持台部13の重量に見合ったエア圧力がシリンダ34にかけられている。水平支持台部13は、最低高さ位置Lから最大高さHまで移動可能である。

[0057] (ロボット14による移送可能範囲)

図6に、ロボット14とそのエンドエフェクタ17の作動範囲を示す。2式の回動アーム16及びそれらの先端に取り付けたエンドエフェクタ17は、1対の塔12の右側部分においては、ほぼ220度を開いた扇型の範囲内に設置された処理装置60にアクセス可能である。また、一対の塔12の左側に関しては、ロボット14が回転することにより、一対の塔12の間を通してエンドエフェクタ17がステージ上のカセット51及び52にアクセスすることが可能となる。2つのエンドエフェクタ17を同時に作動させれば、薄板の搬送速度を2倍にあげることができる。

[0058] (傾斜調整手段)

図3に示すように、水平支持台部13には、チルト機構(傾斜調整手段)30を備えて

おり、ロボット14は傾斜調整手段を介して水平支持台部13に設置される。傾斜調整機構により、角度「T」の範囲で、ロボット14の傾斜角度を調整可能である。図7A～図7Cは、傾斜調整手段30の一実施例を示す側面図である。

- [0059] 傾斜調整手段30は、水平支持台部13に固定されたヒンジ部35に回動可能に取り付けられた傾斜台31と、傾斜駆動機構とから構成される。傾斜駆動機構は、ポール状のスクリューねじ36及びスクリューねじ36に嵌合された受けねじ37、スクリューねじ36を正逆回転駆動する回転駆動部45と、軸受け46とを備えている。
- [0060] 回転駆動部38がスクリューねじ36を回転させると、受けねじ37はスクリューねじ36の回転方向に応じて左右に移動する。受けねじ37には摺動ヒンジ38に取り付けられており、摺動ヒンジは摺動ガイド39に沿って移動する。これにより、傾斜台31の左端部が上昇または下降し、傾斜台31の上面の角度が変化する。傾斜台31の上面には、
- ロボット14が固定されているので、傾斜台31の角度変化に応じてロボット14の水平方向の傾斜が変化する。
- [0061] 図7Bは、時計方向の回転ねじを有するスクリューねじ36を、時計方向に回転駆動したときの角度の変化を示す。スクリューねじ36が時計方向に回転すると、受けねじ37は左方向に移動し、傾斜台31の左端部が上昇する。図7Cはスクリューねじ36を反時計方向に回転したときの角度変化を示す。反時計方向に回転すると、受けねじ37は右方向に移動し、傾斜台31の左端部が上昇する。
- [0062] (傾斜調整手段の他の実施例)
- 図8に他の実施態様にかかる傾斜調整手段を示す。この例では、ヒンジ部72に回動可能に連結された傾斜台71の角度が、カム73を駆動することにより変化する構造となっている。
- [0063] また、図9に傾斜調整手段の他の実施態様を示す。この例では水平面における360度方向の傾斜角を変更させることが可能となる。傾斜台76は、固定位置回転軸79、上下駆動手段77、78の3点により支持されている。固定位置回転軸79は位置が固定された状態で水平方向に360度、垂直方向に90度回転可能である。上下駆動手段77、78は、油圧等の駆動手段77a、78aにより駆動軸77b、78bで傾斜台76が

上下に駆動される。これにより、駆動軸の先端部77c、78cで傾斜台76が上下に駆動される。固定位置回動軸79の上下の位置が固定され、2点がそれぞれ自由に上下に駆動可能であるので、前後左右を含む水平方向に360度方向の傾斜を調整することが可能となる。

[0064] (撓み量の補正)

本発明の搬送装置は、大型の薄板状基板を搬送する。従って、ロボット14も大型となり、回動アームも重くなる。回動アームを伸ばすと、ロボット中心から4000mm以上エンドエフェクタ中心を延ばす事が可能である。従って、回動アームの自重及び薄板状基板の重さで、回動アームが撓みエンドエフェクタの先端が本来の位置より下方に下がる。そのため、薄板状基板をカセット等の内部の所定の位置から正確に取り出し、正確な位置に載置することが困難となる場合がでてくる。従って、正確にかつ安全に薄板状基板を搬送するためには、撓み量を補正することが望ましい。

[0065] 図10Aは、回動アームを伸張する過程で、エンドエフェクタ上の所定の測定点(基準点)が測定地点AからJ地点まで移動するときの撓み量を示す撓み曲線Dを示すグラフである。グラフ中の直線Sは、撓みがないときの移動軌跡を示す。撓み曲線Dは、A地点における撓み量を0としその後徐々に撓み、J地点において最大撓み量dとなる例を示している。

[0066] 本発明の他の実施形態では、正確かつ確実に目的位置に薄板状基板を運ぶために、この撓み量を補正する制御を行なう。補正制御は、図10Aに示す撓み量を相殺するとうに上方向(Z軸方向)に移動する。すなわち、図10Aにおいて、直線Sを基準にして線対称となるようなグラフに沿って、水平支持台部13を上方向に駆動することにより撓み量を相殺するようにZ軸方向の補正を行なう。

[0067] しかし、図10Aのグラフは、各測定地点A～Jにおける撓み量をプロットしたものに過ぎない折れ線グラフである。そのため、各測定地点の間では実際の撓み量との誤差のため、鉛直方向に振動が生じる不具合が生じるおそれがある。そこで、折れ線グラフが曲線となるように補間制御を行ない、これに基づいて補正処理を行なう。これにより回動アームの伸張動作が滑らかになる。補間制御には、例えば、前後3点の撓み量が含まれる円の

半径を算出する作業を各測定点のすべてについて行なう等の方法があり、この処理を実行することにより、折れ線グラフに近似する曲線が得られる。これにより図10Bに示すような滑らかな曲線Cが得られ、この曲線に沿って、Z軸方向の駆動を行なうことにより、滑らかな補正処理動作を実行することが可能となる。

[0068] (搬送駆動制御)

図11は、本発明の一実施形態にかかる搬送制御手段の機能ブロック図である。移送制御部120は、薄板状基板にアクセスし、薄板状基板を目的の位置に搬送するために、水平方向移動(X軸方向)、上下方向の移動(Z軸方向)、ロボット14の傾斜角、及びロボット14の回転及び回転アーム16の動作を制御する。Z軸方向の移動は、昇降駆動手段121により行われ、X軸方向の移動は水平移動手段130により行われる。これらにより、ロボット14全体が所定の位置に搬送される。

[0069] ロボット制御手段135は、ロボットの回転及び回転アームの動作を制御する。また、傾斜調整手段125により、水平支持台部13の傾斜角を調整する。各移動機構及びロボットの各部には各種センサ138が設けられ、検知信号が移送制御部120にフィードバックされる。

[0070] 移送制御部120は、薄板状基板の存在する場所及び移動場所を示す位置データ等の搬送制御データを受信すると、現在位置データと、受信した位置データとから、移動方向及び移動量を算出する。算出した移動量データは水平方向データ及び垂直方向データに分割され、それぞれの駆動制御手段に出力される。X軸方向の移動量データは水平駆動制御部131に出力され、それに基づいて水平駆動部132が駆動される。Z軸方向の移動量データは、昇降駆動手段121の垂直駆動制御部122に出力され、それに基づいて昇降駆動部123が駆動される。ロボット14がX軸方向及びZ軸方向の所定の位置に移動する。

[0071] ロボット制御部136は、移送制御手段120からの移送データに基づいて、アーム等駆動部137を駆動させて、水平方向の回転動作、及び回転アームの16を動作させる。

[0072] 図11に示す搬送制御手段は、さらに撓み補正手段140を備えている。撓み補正手段140は、移送制御部120からロボット14の現在位置情報、回転アームの動作位置

情報を受け取り、撓み量の補正を行うようエンドエフェクタ17の先端部の高さを調整する。撓み補正手段140は、撓み量を補正する補正量を算出する補正情報算出部141と、回動アーム16を伸張した場合の各測定位置の撓み量データを記憶した撓み量情報記憶部143を備えている。補正情報算出部141は、受信した位置情報等に応じて、撓み情報記憶部142から予め計測している撓み量(若しくは補正量)を読み出し、補正すべきデータを算出する。

[0073] 算出した補正データは、昇降駆動部122または傾斜駆動部126に出力され、水平支持台部13の昇降位置または、ロボット14の傾斜角度を変化されることにより、撓み量が補正される。水平支持台部13の駆動及びロボット14の傾斜角の変更の双方を行うことにより、より正確に撓み量を補正するようにしても良い。

[0074] 図12A～図12Cを用いて、傾斜調整部を用いて撓み量を補正する場合の例を具体的に説明する。図12Aは、回動アーム16によるエンドエフェクタ17の最大移送距離を示す図である。エンドエフェクタ17をロボットの中心近くに保持するような状態100から、回動アーム16を伸ばしてエンドエフェクタを遠くの位置まで差し出した状態101の距離の差(m)が、回動アーム16の最大移送距離である。移送距離が長くなるにつれて、回動アーム16の撓み量も大きくなる。

[0075] 図12Bは、撓み量の補正を行わない場合において、エンドエフェクタ17を、所定のカセット51に挿入する場合を示す図である。この場合回動アーム16を駆動して、エンドエフェクタ17を水平方向にまっすぐ伸ばすだけでは、エンドエフェクタ17がカセット51にぶつかってしまう。

[0076] 図12Cは、傾斜調整部30を用いて撓み量を補正した場合を示す図である。傾斜調整部30により僅かに傾斜角度をあげることにより、回動アーム16が所定の傾斜角を持って伸びるためエンドエフェクタ17の位置が上がり、収納容器51にぶつかることなく移送可能となる。

[0077] (動作確認実験例)

図2と図4と図13の形状の搬送装置を次の仕様で製造し、実際に稼働させ、動作確認を行った。尚、図13は、ロボット14による薄板状基板の搬送位置を示すための平面図である。ロボット14は図5に示す通り、 220° の角度に搬送可能であるが、4

方向にも処理装置を設けて動作確認を行った。

- [0078] 塔2は製缶で高さ:4250mm、塔外壁間隔:3820mm、塔内壁間隔:2620mm、塔幅:600mm×500mmでロボット側の角は削ってある。
- [0079] レール長:6500mm×3本(レール間隔830mmと2000mm)、レール幅33mm×レール上面高さ220mm。棚部3:塔側昇降梁2700mmに幅400mm×長さ1800mmの底取り付け。
- [0080] ロボット4は第一アーム共通型(いわゆるブーメラン型)ダブルアームロボットで、塔中心面から1400mmの棚部中央にロボット胴体中心を設置。ロボット高さ:880mm、胴体直径:800mm、アーム長さ=最小旋回半径:1625mm(関節中心間距離:1450mm)、第1アーム開度:130度。アーム関節にロボット中心軸からプーリーとベルトによってエンドエフェクタを直線的に動作。
- [0081] チルト機構:ロボット中心からレール直交線に対し左右60度ずつの方向等距離にウォームギア付モータ2個を配置して360度方向チルト自由、最大チルト角度(傾斜調整角度):±2度。
- [0082] エンドエフェクタ:全長2310mm、フィンガ部幅1260mm(60mm×4本)×長さ1800mm。
- [0083] この搬送装置の能力は、搬送可能揚程:1100mmから3600mm、昇降時間:2500mm/3.5秒、水平移動距離2500mm。ロボットの旋回角度は500度、旋回速度180度/2秒、チルト速度:±2度/1秒。図6に示すように、ロボットの片方アームの搬送最大距離は、4150mmでロボット中心から4300mm先までエンドエフェクタ中心を延ばす事が可能で、その速度は4150mm/3秒。ロボット4の搬入・搬出方向は、図7のP、Q、R、Sの4方向である。塔2は、レールのある水平移動機構5により移動するので、搬送目的場所は水平移動距離2730mmの範囲内で自由である。
- [0084] この搬送装置で厚さ0.7mm×幅2000mm×長さ2200mmのガラス板を、台に置かれた一方のカセット51(幅2200mm×奥行き2400mm×高さ1600mm:最下段の高さ1200mm、最上段2720mm)から搬出し、高さ1600mmの処理装置60内仮置き台に搬送し載置する。処理後、ゲート61を開き、本発明のロボット4がガラス基板8を取り出し、他方のカセット52に収納する。尚、上記の説明では、

水平支持台部13を一つ設けた例のみ示したが、水平支持台部13を複数設け、各々の水平支持台部にロボットを載置することも可能である。

[0085] (薄板状基板の保持位置のずれの算出及びその補正について)

さらに、本発明の搬送装置に、次のような保持位置確認手段を設けることも可能である。まず、図13に示すように、搬送装置の所定の位置に薄板状基板を検知可能な位置確認センサ110を設ける。エンドエフェクタにより薄板状基板を吸着保持すると、保持した薄板状基板の隣接する2辺が位置確認センサ110の上を通過するような所定の円弧に沿って薄板状基板を移送する。このときのセンサの検知タイミング及び予めわかっている薄板状基板の大きさ及び形状により、エンドエフェクタにより薄板状基板が正しく吸着保持されているか否かを判別することが可能である。

[0086] これにより、エンドエフェクタ上における薄板状基板の位置ずれを検出して、例えば制御手段にて位置ずれ量を算出することができる。すなわち、予め設定されている教示位置と実際の位置を対比することにより、ずれを算出することができる。ここで、算出されるのは、距離と角度である。ただし、ずれた角度を算出するためには複数のセンサを用いるか、若しくは1つのセンサで複数回検出することで必要な位置情報をえることができる。

[0087] この方法によると、少なくとも1つの位置確認センサ110上を1回通過させるだけで、薄板状基板が正しく保持されているか否かを判別できるという利点がある。また、この判別のための移送を、搬送のための移送経路に組み込むことにより、より効率的な判定が可能となる。センサとしては、ラインセンサ、スポットセンサなどが用いることができ、公知の光学式の非接触センサを使用することが望ましい。

[0088] 図14から図21を用いて、薄板状基板のエンドエフェクタによる保持位置の検出及び保持位置のずれを補正する装置及び方法についてより詳しく説明する。以下の例では、薄板状基板としてガラス板を搬送する例を用いて説明する。

[0089] 図14は、本発明の保持位置確認手段を備えた搬送装置の一例を示す斜視図である。図15から図21は、ロボットの旋回中心を原点とするX-Y平面(水平面)における、エンドエフェクタによるガラス板の保持位置の解析について説明するための図である。

[0090] 図14に示す搬送装置は、保持位置確認手段を備えている。保持位置確認手段は、水平支持台部13上に設けられた位置確認センサと、位置確認センサからの検出信号に基づいてエンドエフェクタ17により保持した位置のずれ算出する位置演算部を備える。位置演算処理部は、CPU、その他の論理回路、メモリ及び制御プログラム(演算プログラムを含む)等から構成される従来技術によるマイクロプロセッサによる演算処理が可能である。このようなマイクロプロセッサによる演算処理は周知であるので、マイクロプロセッサの構成については、これ以上説明しない。尚、演算の手法については、後述する。

[0091] 位置確認センサは上下に離間して設けられた水平突出部に投光器と受光器とが互いに対向して設けられており、投光器からの光を受光器が受光しているかどうか(投光器から受光器への光路が遮蔽されたか否か)により、遮蔽物の存在を検知する。従って、エンドエフェクタにより、カセット内から取り出したガラス板を処理装置に搬送する際、または、処理装置からガラス板をカセットに返却する際の移送経路を、少なくともガラス板の一边が位置確認センサの光路を横切るようにすることにより、位置確認手段がエンドエフェクタ上のガラス板の載置位置を検出することができる。

[0092] (保持位置確認手段によるガラス位置測定方法)

図13に示すように、ロボット14は、カセット51から取り出したガラス板を少なくともカセット51と反対方向の180度内にあるいずれの処理室60に搬送することができる。図13では、その一例として、3方向に処理室60を設けた例を示している。ロボット14は、カセット51からガラス板を取り出すと、ガラス板の少なくとも1辺が必ず位置確認センサ110の光路を遮蔽する所定の経路に従い移送される。図15～図21は、所定の基準位置において、エンドエフェクタによりガラス板を保持してロボット14を水平方向に回転動作させた場合のガラス板の各種検知状態を示している。これらの図では、ロボットの旋回中心を原点とするX-Y平面で示し、初期位置O(r, 0)はX軸上にある。

[0093] 保持位置確認手段は、ロボットの制御部によるエンドエフェクタの位置情報と、位置確認センサにより検出したガラス基板の検知情報から、エンドエフェクタ上のガラス板の位置を算出し、測定位置と教示位置とのずれ量を算出することができる。この保持

位置確認手段により測定を行うのは、ロボットを初期位置 $O(r, 0)$ から保持位置確認手段のセンサがガラス板の周縁の位置 $P1(XP1, YP1)$ 、また、 $P1$ を含む一辺と直角をなす一辺上の位置 $P2(XP2, YP2)$ と $P3(XP3, YP3)$ 、さらに $P2, P3$ を含む一辺と直角をなす一辺上の位置 $P4(XP4, YP4)$ 等を検出するまで回動したときのロボットの作動角度(以下、測定角度 $\theta P1, \theta P2, \theta P3, \theta P4$ と称する。)である(図16～図19参照)。

[0094] この測定結果は記憶手段に伝達されて記憶される。この記憶された測定結果と予め記憶手段に記憶された教示位置の情報は、適時、算出手段に伝達されてずれ量が算出される。なお、検出する位置情報の種類や個数によってガラス板の進行方向(図中、 Y で示す方向)若しくは回動アームによるエンドエフェクタの進行方向に対して垂直な方向(図中、 X で示す方向)へのずれや、回転方向(図中、 θ で示す旋回方向)のずれを算出することができる。以下に、検出する位置情報に基づくずれ量算出方法を述べる。

[0095] 〈基準保持位置の教示方法〉

図15は、予め設定した基準位置において、エンドエフェクタがガラス板を保持している場合に、位置確認センサ110によるガラス板の各辺を検知する角度と位置(以下、この位置を「教示位置」と称する)を示している。ガラス板を所定の基準位置に保持して、初期位置にまでエンドエフェクタを移動させた後、ロボット14を回動させて初期位置からガラス板の周縁部を検出する位置までの角度 $\theta Q1$ を測定する。この結果を教示角度 $\theta Q1$ として記憶手段に記憶する。この情報に基づいて算出手段により教示位置 $Q1(XQ1, YQ1)$ を算出する。この教示位置 $Q1(XQ1, YQ1)$ を算出する算出式は次のようになる。ただし、 r はロボットの旋回中心からセンサの光軸までの距離である。

[0096] [数1]

$$\begin{pmatrix} X_{Q1} \\ Y_{Q1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \theta_{Q1} & -\sin \theta_{Q1} \\ \sin \theta_{Q1} & \cos \theta_{Q1} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} r \\ 0 \end{pmatrix}$$

これにより、教示位置Q1(XQ1, YQ1)が算出される。また、この教示位置Q1(XQ1, YQ1)は測定値ではなく、予め記憶手段に所望する座標を設定することでも可能である。

[0097] 同様にして、Q2, Q3、Q4の角度を測定し、教示位置を算出する。

[0098] 〈X軸方向のずれ量算出方法〉

図16を用いて、X軸方向のずれ量の算出方法を説明する。図中、実線はガラス板の現実の保持位置を示し、破線は教示位置を示している。図16では、ガラス板は教示位置からX軸の正方向にずれてエンドエフェクタ上に載置されている。センサを相対的に回転させて、初期位置からガラス板と光軸とが交差する位置P1(XP1, YP1)までのロボットの作動角度(以下測定角度 θ_{P1} と称する)を測定する。前述の教示角度同様に、測定によるガラス板の位置は、P1(XP1, YP1)は次のように算出される。

[0099] [数2]

$$\begin{pmatrix} X_{P1} \\ Y_{P1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \theta_{P1} & -\sin \theta_{P1} \\ \sin \theta_{P1} & \cos \theta_{P1} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} r \\ 0 \end{pmatrix}$$

これらの結果より、ずれ量(ΔX_{P1} , ΔY_{P1})は次のように算出される。

[0100] [数3]

$$\begin{pmatrix} \Delta X_{P1} \\ \Delta Y_{P1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_{P1} \\ Y_{P1} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} X_{Q1} \\ Y_{Q1} \end{pmatrix}$$

このずれ量の算出結果により、エンドエフェクタ上でガラス板がX軸方向へのずれ量 ΔX_{P1} である $|X_{P1} - X_{Q1}|$ が算出される。

[0101] 〈Y軸方向のずれ量算出方法〉

図17を用いて、X軸方向のずれ量の算出方法を説明する。図中、実線はガラス板の現実の保持位置を示し、破線は教示位置を示している。図17では、ガラス板は教示位置からY軸の正方向にずれてエンドエフェクタ上に載置されている。X軸方向に

ずれた場合と同様にP1を含む周縁の一辺と直交する一辺上の点P2(XP2, YP2)までのロボットの測定角度 θ_{P2} を測定する。このP2(XP2, YP2)によりY軸方向のずれ量は次のように算出される。

[0102] [数4]

$$\begin{pmatrix} X_{P2} \\ Y_{P2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \theta_{P2} & -\sin \theta_{P2} \\ \sin \theta_{P2} & \cos \theta_{P2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} r \\ 0 \end{pmatrix}$$

教示位置Q2の座標は(XQ2, YQ2)とすると、Y軸方向のずれ量 ΔY ($\Delta XP1$ $\Delta YP1$)は次のように算出される。

[0103] [数5]

$$\begin{pmatrix} \Delta X_{P2} \\ \Delta Y_{P2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_{P2} \\ Y_{P2} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} X_{Q2} \\ Y_{Q2} \end{pmatrix}$$

これにより、Y軸方向のずれ量 ΔY は $|YP2 - YQ2|$ と算出される。

[0104] 〈回転方向のずれ量算出方法〉

図18を用いて、回転方向にずれがある場合のずれ量の算出方法を説明する。図16, 図17と同様に、実線はガラス板の現実の保持位置を示し、破線は教示位置を示している。図17では、実線で示すガラス板は教示位置にあるガラス板と比べてX及びY軸方向に平行移動及び回転方向にずれがある場合を示している。この回転方向のずれ量を算出する方法は、前述のようにガラス板の周縁の一辺上の点P1、P2に加えて、P2と同じ辺上にあるP3(XP3, YP3)を検知するまでの測定角度 θ_{P3} を測定してP1、P2と同様に座標を算出する。

[0105] [数6]

$$\begin{pmatrix} X_{P3} \\ Y_{P3} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \theta_{P3} & -\sin \theta_{P3} \\ \sin \theta_{P3} & \cos \theta_{P3} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} r \\ 0 \end{pmatrix}$$

これにより、P3 (XP3, YP3) が算出される。

- [0106] この測定位置P3 (XP3, YP3)を含む一边は、教示位置Q3 (XQ3, YQ3)を含む一边に対して回転ずれが生じており、そのずれ量は α である。このずれ量 α は、P2からP3に向かうベクトルP2P3と、Q2からQ3に向かうベクトルQ2Q3とがなす角度であることから、次のように算出される。

[0107] [数7]

$$\overrightarrow{P2P3} \cdot \overrightarrow{Q2Q3} = |\overrightarrow{P2P3}| |\overrightarrow{Q2Q3}| \times \cos \alpha$$

[0108] [数8]

$$\alpha = \cos^{-1} \left(\frac{(X_{P3} - X_{P2})(X_{Q3} - X_{Q2}) + (Y_{P3} - Y_{P2})(Y_{Q3} - Y_{Q2})}{\sqrt{(X_{P3} - X_{P2})^2 + (Y_{P3} - Y_{P2})^2} \sqrt{(X_{Q3} - X_{Q2})^2 + (Y_{Q3} - Y_{Q2})^2}} \right)$$

これによりずれ量 α が算出される。

[0109] 〈ずれ量の補正方法〉

図16に示すようにガラス板がX軸方向にずれている場合、破線で示すガラス板は教示位置に対して、実線で示す測定位置は図中右側へ ΔX だけずれている。本願発明の搬送装置では、予め教示したガラス板を載置する位置から、図中左側へ ΔX だけずらして載置することで、ずれを修正することができる。

[0110] 図17で示すようにY軸方向にずれがある場合も同様に、教示位置からのずれている方向に対して反対側に載置することでずれが修正される。

[0111] 回転方向にずれがある場合には、図19で実験ガラス板座標において、回転方向のずれ量 α だけロボットを回動する。測定位置P1、P2はそれぞれP4、P5へと移る。このときのP4、P5の座標は次の式で算出される。

[0112] [数9]

$$\begin{pmatrix} X_{P4} \\ Y_{P4} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_{P1} \\ Y_{P1} \end{pmatrix}$$

[0113] [数10]

$$\begin{pmatrix} X_{P5} \\ Y_{P5} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_{P2} \\ Y_{P2} \end{pmatrix}$$

これにより、P4、P5の座標(XP4YP4)、(XP5YP5)を算出することができる。しかし、回転ずれは補正することができたが、X軸方向とY軸方向の位置ずれが補正されていない。このX軸方向のずれはP4とQ1のX座標値とを比較することで、Y軸方向のずれはP5とQ2のY座標値とを比較することで、それぞれずれ量が算出される。この算出されたずれ量に基づいてガラス板を載置するための教示位置を補正する。本発明の搬送装置では、X軸方向のずれは移動台41の教示位置を補正できて、Y軸方向のずれは回動アームの16を伸長することで補正できて、回転方向のずれは前述した通りロボットの回動により補正できる。

[0114] 図13から図19では1つのセンサを備える場合について前述したが、それに対して図20に示す搬送装置は、保持位置確認手段を2個備えている。保持位置確認手段は、前記位置確認センサをロボットの旋回中心から異なる距離となるように備える。前述したように位置演算部によりエンドエフェクタ17の保持位置のずれを算出する。尚、以下の説明では、2個目のセンサは、前述のセンサよりも外側に設けており、その教示位置を座標V(x, x)で示している。

[0115] 〈教示方法〉

前述と同様にエンドエフェクタがガラス板を予め設定した基準位置で保持している場合に、各位置確認センサ110によるガラス板の各辺を検知する角度と位置を示している。ガラス板を所定の基準位置に保持して、初期位置にまでエンドエフェクタを移動させた後

、ロボット14を回動させて初期位置からガラス板の周縁部を検出する位置までの角度 θ_{Q1} θ_{V1} を測定する。

[0116] この結果を教示角度 θ_{Q1} θ_{V1} として記憶手段に記憶する。この情報に基づいて算出手段により教示位置 $Q1(X_{Q1}, Y_{Q1})$ $V1(X_{V1}, Y_{V1})$ を算出する。この教示位置 $Q1(X_{Q1}, Y_{Q1})$ を算出する式は前記式(2)と同様であり、 $V1(X_{V1}, Y_{V1})$ を算出する算出式は次のようになる。ただし、 r_1 、 r_2 はロボットの旋回中心からセンサの光軸までの距離である。

[0117] [数11]

$$\begin{pmatrix} X_{Q1} \\ Y_{Q1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \theta_{Q1} & -\sin \theta_{Q1} \\ \sin \theta_{Q1} & \cos \theta_{Q1} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} r_1 \\ 0 \end{pmatrix}$$

[0118] [数12]

$$\begin{pmatrix} X_{V1} \\ Y_{V1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \theta_{V1} & -\sin \theta_{V1} \\ \sin \theta_{V1} & \cos \theta_{V1} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} r_2 \\ 0 \end{pmatrix}$$

これにより、教示位置 $Q1(X_{Q1}, Y_{Q1})$ $V1(X_{V1}, Y_{V1})$ が算出される。また、この教示位置 $Q1(X_{Q1}, Y_{Q1})$ $V1(X_{V1}, Y_{V1})$ は測定値ではなく、予め記憶手段に所望する座標を設定することでも可能である。

[0119] 同様に、 $Q2$ 、 $Q3$ 、 $Q4$ 、 $V1$ 、 $V2$ 、 $V3$ 、 $V4$ の角度を測定し、教示位置を算出する。なお、 X 軸方向のずれ量算出は、前述したように各センサにより可能である。

[0120] ここでは、センサを2個備える場合に、その測定値により教示位置からの回転方向のずれを算出する方法を、図21を参照して説明する。図中、実線はガラス板の現実の保持位置を示し、破線は教示位置を示している。図21では、ガラス板の中心点が教示位置から座標 U までずれて、さらに座標 U を中心に反時計回りにずれてエンドエフェクタ上に載置されている。各センサを相対的に回動させて、初期位置からガラス板と光軸とが交差する位置 $P1(X_{P1}, Y_{P1})$ $W1(X_{W1}, Y_{W1})$ までのロボットの作動

角度(以下測定角度 θ_{P1} θ_{W1} と称する)を測定する。前述の教示角度同様に、測定によるガラス板の位置は、 $P1(X_{P1}, Y_{P1})$ $W1(X_{W1}, Y_{W1})$ は次のように算出される。

[0121] [数13]

$$\begin{pmatrix} X_{P1} \\ Y_{P1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \theta_{P1} & -\sin \theta_{P1} \\ \sin \theta_{P1} & \cos \theta_{P1} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} r_1 \\ 0 \end{pmatrix}$$

[0122] [数14]

$$\begin{pmatrix} X_{W1} \\ Y_{W1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \theta_{W1} & -\sin \theta_{W1} \\ \sin \theta_{W1} & \cos \theta_{W1} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} r_2 \\ 0 \end{pmatrix}$$

以上の測定値により算出した座標結果により回転方向のずれ量は次のように算出される。この測定位置 $P1(X_{P1}, Y_{P1})$ $W1(X_{W1}, Y_{W1})$ を含む一边は、教示位置 $Q1(X_{Q1}, Y_{Q1})$ $V1(X_{V1}, Y_{V1})$ を含む一边に対して回転ずれが生じており、そのずれ量は β である。このずれ量 β は、 $P1$ から $W1$ に向かうベクトル $P1W1$ と、 $Q1$ から $V1$ に向かうベクトル $Q1V1$ とがなす角度であることから、次のように算出される。

[0123] [数15]

$$\overrightarrow{P1W1} \cdot \overrightarrow{Q1V1} = |\overrightarrow{P1W1}| |\overrightarrow{Q1V1}| \times \cos \alpha$$

[0124] [数16]

$$\beta = \cos^{-1} \left(\frac{(X_{W1} - X_{P1})(X_{V1} - X_{Q1}) + (Y_{W1} - Y_{P1})(Y_{V1} - Y_{Q1})}{\sqrt{(X_{W1} - X_{P1})^2 + (Y_{W1} - Y_{P1})^2} \sqrt{(X_{V1} - X_{Q1})^2 + (Y_{V1} - Y_{Q1})^2}} \right)$$

これによりずれ量 β が算出される。

[0125] 以下、位置ずれ補正方法は、前述の α を β と置き換えることで可能である。

[0126] (塵埃の処理)

前述したとおり、本発明は、清浄環境下で稼動する薄板状基板の搬送装置である。従って、搬送動作の際には、塵埃の排出を防止する方策が望まれる。まず、一義的には、できる限り塵埃を発生させないことが重要である。しかし、可動部分を有する以上、部品の摺動等により塵埃の発生をゼロにすることはできない。そこで、搬送装置の各発塵部分から塵埃を取り出して外部に排出する構成とすることが好ましい。

[0127] 図22は、塵埃による清浄環境の汚染を防止するための一実施形態を説明するための部分斜視図である。支持台部14に載置されたロボット14(図3参照)において発生する塵埃は、ロボット14の各塵埃発生源に接続されている排気管80を介して排気ダクト82aに集められる。

[0128] 排気ダクト82aは、排気ダクト82bに接続されており、さらに直立支持体12及び移動台41内部を貫通する排気管83、排気ダクト82c、82d及び82eを介して、清浄環境の外(外部)まで接続されている。これらの排気ダクト82内は、外側に吸引されており、排気ダクト82内の空気もしくは雰囲気は清浄環境外に排出されている。また、排気管80及び排気ダクト82内に各種電気配線を収納することが望ましい。

[0129] 排気ダクト82aは、支持台部13に回動軸部81aにより回動自在に軸支されており、さらに回動可能な回動節81bを介して排気ダクト82bに接続されている。また排気ダクト82bは、回動軸81cにより直立支持体12に軸支されている。従って、排気ダクト82a、82bは、水平支持台部13が上下動しても回動軸81a、81cおよび回動節81bの回動動作により、水平支持台部13の動きに追従して移動することが可能である。このため、回動節81等が水平支持台部13より上方へいくことがないので、回動節81等と水平台及びロボット14がぶつかることなく、また床等に配線が接触することがない。

[0130] 同様に排気ダクト82cも回動軸81dにより移動台41に接続され、さらに回動節81eを介して排気ダクト82dに接続されている。排気ダクト82dは、レール42上を摺動する摺動部材84に設けられた回動軸81fを介して排気ダクト82eに接続される。このように、摺動部84が摺動するとともに回動軸81d、81f及び回動節81eが回動自在であるので、支持台部41が横方向に摺動移動しても、排気ガイド82c、82e、82dはそ

の動きに追従し、塵埃を外部に排出することが可能である。

[0131] 図22では、ロボット14からの塵埃を排出する例のみを示しているが、移動台部13の上下の摺動動作に伴う塵埃、移動台部41及び摺動部84の横方向の摺動移動に伴う塵埃も排気ダクト82a～82eに集めて、排気させるよう構成することが望ましい。

[0132] (その他の実施形態)

また、上記説明では、Y軸方向の水平搬送装置については説明していない。しかし、本発明の搬送装置は、大型の薄板(2m×2mガラス板等)を搬送するため搬送先である複数のカセット間距離や複数の処理装置間の距離が長い場合が多く、そのため水平移動機構を設ける事が好ましい。ロボット14の水平移動機構の具体的な例としては、水平な平行レールとラックアンドピニオン方式、索道方式、ポールねじレール方式、レール自走方式、空気浮上方式、磁気浮上方式など公知の重量物駆動方法を採用することができる。この水平移動機構の駆動源としては、サーボモータ、ステッピングモータ、リニアモータ、などを用いることができる。

請求の範囲

- [1] 所定の清浄環境下に設置され、大型の薄板状基板を所定の取り出し位置から他の処理位置に搬送する薄板状基板の搬送装置であって、
離間して直立する一対の直立支持体と、
前記一対の直立支持体により昇降可能に片持ち支持された少なくとも一つの水平支持台部と、
前記水平支持台部を上下方向に昇降させる昇降駆動手段と、
前記水平支持台部に載置され、前記薄板状基板を持ち上げ移送する水平回動アームを有するロボットと、
を備えることを特徴とする搬送装置。
- [2] 前記ロボットは、前記水平回動アームを駆動して前記一対の直立支持体の間から前記薄板状基板を取り出し又は戻すようアクセス可能であることを特徴とする請求項1に記載の搬送装置。
- [3] 前記水平支持台部は、該水平支持台部に載置される前記ロボットの水平面に対する角度を変化させる傾斜調整手段を備えることを特徴とする請求項2記載の搬送装置。
- [4] 前記薄板状基板を持ち上げ移送する前記回動アームの先端に設けられたエンドエフェクタの撓み量と前記回動アームの鉛直方向の撓み量とを補正する、撓み補正手段を備えることを特徴とする請求項3に記載の搬送装置。
- [5] 前記撓み補正手段は、前記エンドエフェクタにより前記薄板状基板を持ち上げた状態での前記両撓み量を補正することを特徴とする請求項4に記載の搬送装置。
- [6] 前記撓み補正手段は、前記アーム上又は前記エンドエフェクタ上に設けられた基準点の移動に伴う複数の測定点の鉛直方向の撓み量を記憶する撓み記憶手段を備え、前記基準点が前記測定点に移動する毎に前記撓み記憶手段から現在位置に対応する撓み量を読み出して、該撓み量を補正することを特徴とする請求項5に記載の搬送装置。
- [7] 前記撓み記憶手段は、自重のみによる撓み量と、前記薄板状基板を保持しているときの撓み量の双方を記憶しており、自重のみの場合と前記薄板状基板を保持して

いる場合とで補正量を変更することを特徴とする請求項6に記載の搬送装置。

- [8] 前記撓み補正手段は、前記昇降駆動部を制御する補正制御手段を備え、前記駆動部を制御して前記撓み量に応じて前記水平支持台部を上昇させまたは下降させることにより前記撓み量を補正することを特徴とする請求項4から7のいずれか1項に記載の搬送装置。
- [9] 前記補正手段は、前記傾斜調整手段を制御する補正制御手段を備え、前記調整手段により
 前記水平支持台部に載置された前記ロボットを傾斜させることにより、前記エンドエフェクタ及び前記回転アームの位置を上昇または下降させて、前記撓み量を補正することを特徴とする請求項4から7のいずれか1項に記載の搬送装置。
- [10] 前記補正手段は、前記昇降駆動手段及び前記傾斜手段を制御する補正制御手段を備え、前記撓みに応じて、前記水平支持台部を昇降し、及び／または前記傾斜調整手段を傾斜させることにより、前記撓み量を補正することを特徴とする請求項4から7のいずれか1項に記載の搬送装置。
- [11] さらに、前記エンドエフェクタにより保持した前記薄板状基板の通過を検知する保持位置センサと、前記保持位置センサの検出信号に基づいて所定の基準位置と保持位置のずれ量を算出する算出手段とを備える保持位置確認手段と、前記算出したずれ量に基づき、保持位置のずれ量を補正するずれ補正手段とを備えることを特徴とする請求項請求項1から7のいずれか1項に記載の搬送装置。
- [12] 前記保持位置確認手段は、所定の基準位置からのX軸方向へのずれ、Y軸方向へのずれ、さらに回転方向へのずれ量を算出し、前記ずれ補正手段は算出したずれ量を打ち消す方向に前記エンドエフェクタを移動させてずれ量を補正することを特徴とする請求項11に記載の搬送装置。
- [13] さらに、前記一对の直立支持台部を水平に移動させる移動手段を備えることを特徴とする請求項1から7の何れか1項に記載の搬送装置。
- [14] 離間して設けられた前記一对の直立支持体を平行に維持した状態で、該一对の直立支持体の頂部を結合し固定する梁部を備えることを特徴とする請求項1から7のいずれか1項に記載の搬送装置。

- [15] 所定の清浄環境下に設置され、回転アーム及びエンドエフェクタを備えており、大型の薄板状基板を所定の取り出し位置から他の処理位置に搬送する搬送装置において、
- (a) 前記回転アーム又は前記エンドエフェクタのアクセス位置の位置情報に基づいて、横方向移動量、鉛直方向の移動量、及び前記回転アーム及び前記エンドエフェクタの駆動データを算出する工程と、
 - (b) 算出した前記横方向及び垂直方向の移動量に応じてロボットを移送し、前記駆動データに基づいて回転アーム及びエンドエフェクタを駆動する工程と、
 - (c) 前記回転アーム及びエンドエフェクタを伸長したときの撓み量データを所定の記憶手段から読み出す工程と、
 - (d) 前記撓み量データに基づいて該撓み量を補正する補正データを算出する工程と、
 - (e) 前記補正データに基づいて、前記鉛直方向の移動量を調整して前記撓み量を補正するように鉛直方向の移動量を制御する工程と、
- を備えることを特徴とする搬送装置の搬送制御方法。
- [16] 前記工程(e)に代えて、
- (f) 前記補正データに基づいて、前記ロボットの傾斜角度を調整することにより、前記撓み量を補正する工程を備えることを特徴とする請求項15に記載の搬送装置の搬送制御方法。
- [17] 前記工程(e)に代えて、
- (g) 前記補正データに基づいて、前記鉛直方向の移動量及び／または前記ロボットの傾斜角度調整することにより、前記撓み量を補正する工程を備えることを特徴とする請求項15に記載の搬送装置の搬送制御方法。
- [18] 前記工程(c)においては、複数の移動地点の撓み量を読み出して、前記工程(d)において、移動地点毎の補正データを算出することを特徴とする請求項15から17のいずれか1項に記載の搬送装置の搬送制御方法。
- [19] 前記工程(c)は、前記記憶手段から、薄板状基板を保持しているか否かに応じた撓み量を読み出す工程であることを特徴とする請求項18に記載の搬送装置の搬送制

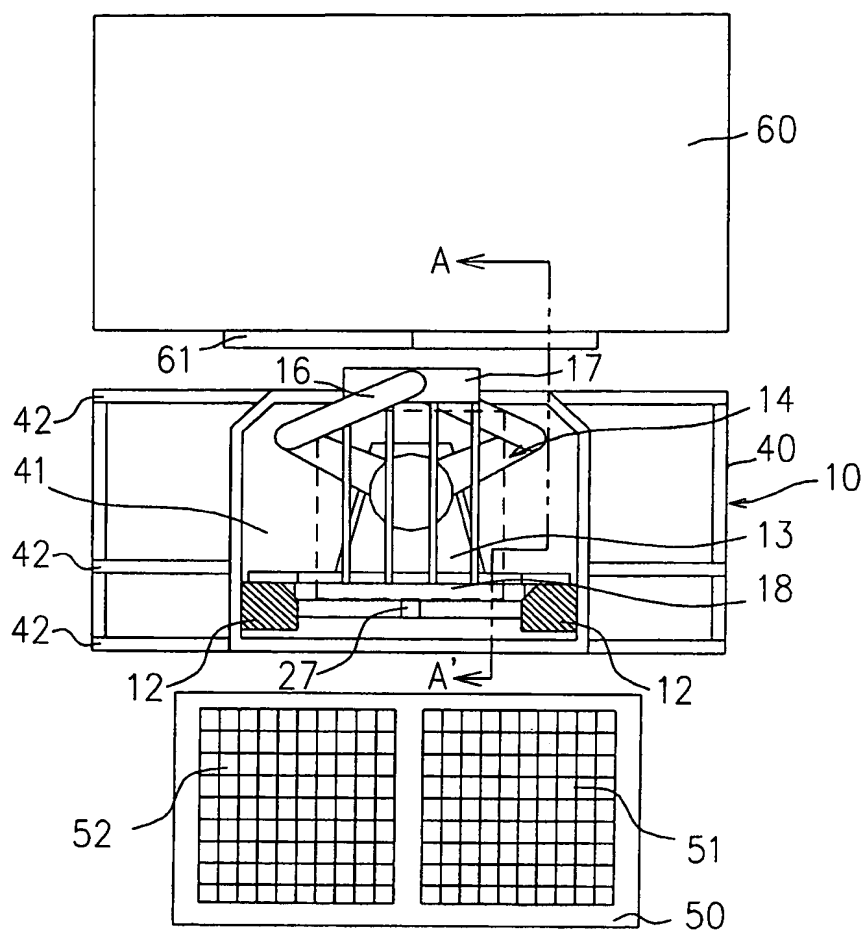
御方法。

- [20] 前記工程(c)において、前記記憶手段から、前記撓み量に応じて予め算出された補正量を読み出し、前記工程(d)による前記補正量を算出することなく、読み出した前記補正量に基づいて前記工程(e)の処理を実行することを特徴とする請求項15から17のいずれか1項に記載の搬送装置の搬送制御方法。
- [21] さらに、
(h) 前記エンドエフェクタにより保持した前記薄板状基板の保持位置を確認する工程と、
(i) 前記保持位置と所定の基準保持位置とを比較し、そのずれ量を算出する工程と、
(j) 算出した前記ずれ量分を補正するよう動作制御する工程と、
を備えることを特徴とする請求項14から19のいずれか1項に記載の搬送装置の搬送制御方法。
- [22] 工程(i)は、所定の基準保持位置からのX軸方向へのずれ、Y軸方向へのずれ、さらに回転方向へのずれ量を算出する工程を含み、
工程(j)は、前記工程(i)において算出した各方向のずれを補正するよう動作制御する工程を備えることを特徴とする請求項21に記載の搬送装置の搬送制御方法。

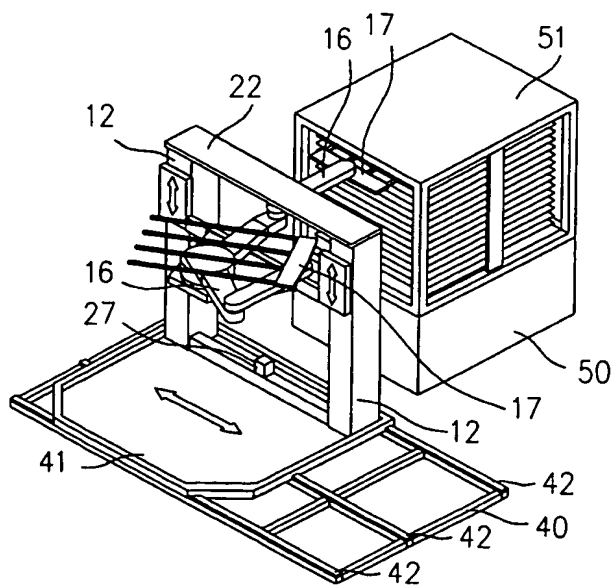
要 約 書

液晶表示パネル、ガラス基板等の薄板状基板を処理装置内に搬送する搬送装置に関し、大型の薄板状基板を搬送する回転アーム(16)を有する比較的大型のロボット(14)を備えた搬送装置において、2m程度の高さであっても安定して持ち上げることが可能であり、かつ回転アーム(16)を伸ばしたときの撓み量を補正した搬送が可能な搬送装置及び薄板状基板搬送システムを提供する。2つの直立支持体(12)に昇降可能に片持ち支持される水平支持台部(13)を設け、水平支持台部(13)に回転アーム(16)を有する搬送ロボット(14)を載置する。また、アームを伸ばしたときの撓み量は、水平支持台部(13)の高さを撓み量に応じて上げることにより補正する。撓み量は、水平支持台部(13)に載置されるロボット(14)の設置の角度を変化させることにより補正することも可能である。

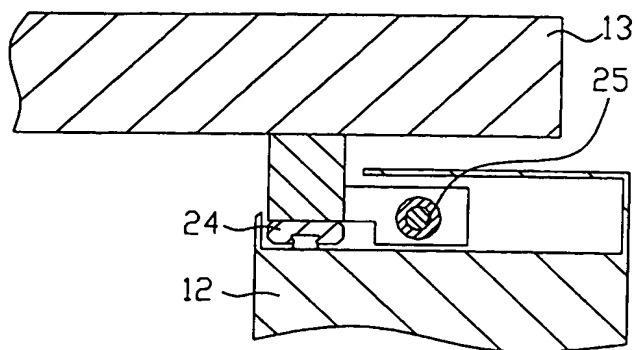
[図1]



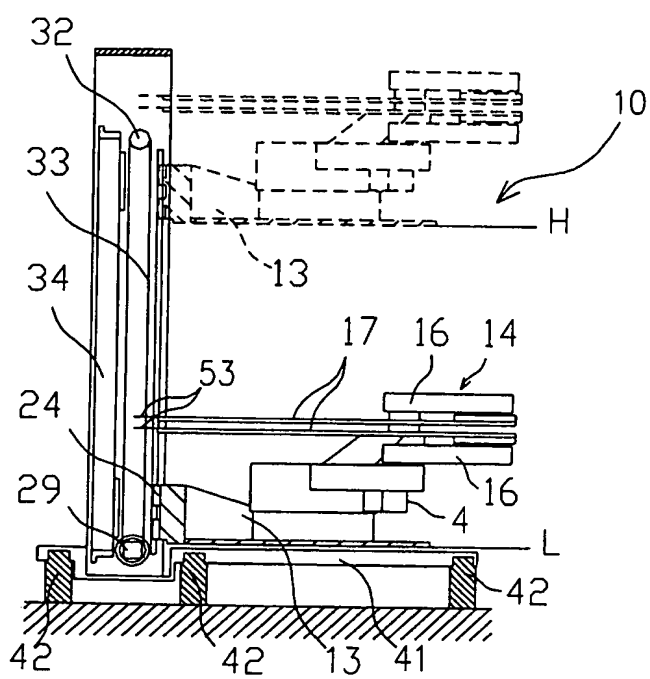
[図2]



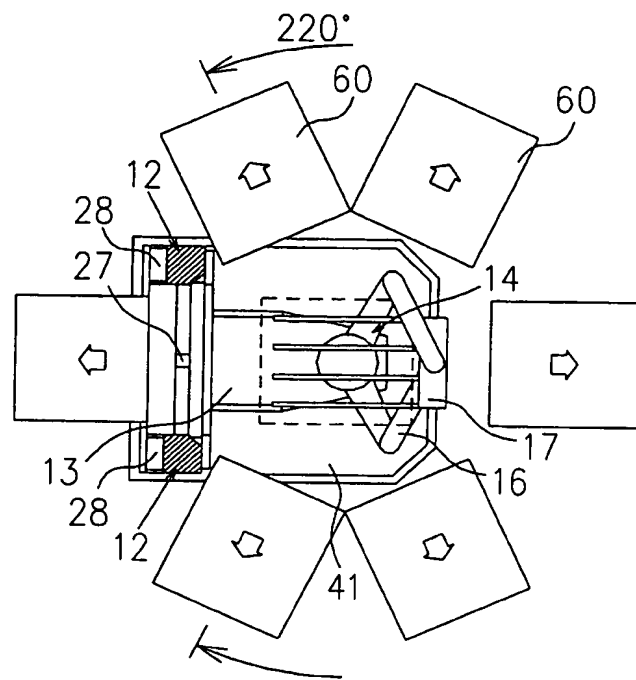
[図4B]



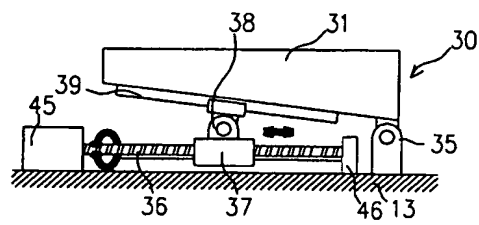
[図5]



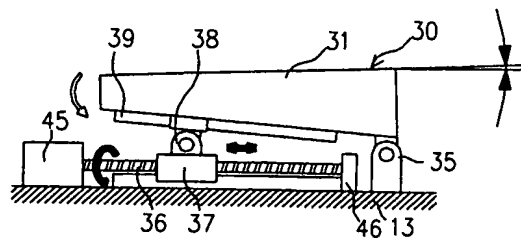
[図6]



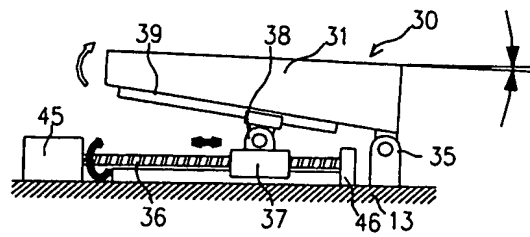
[図7A]



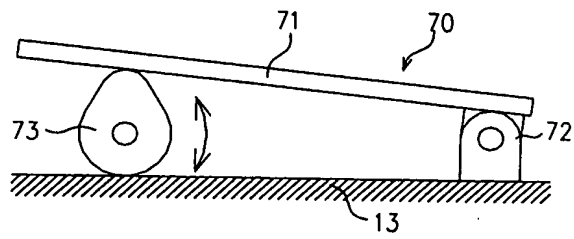
[図7B]



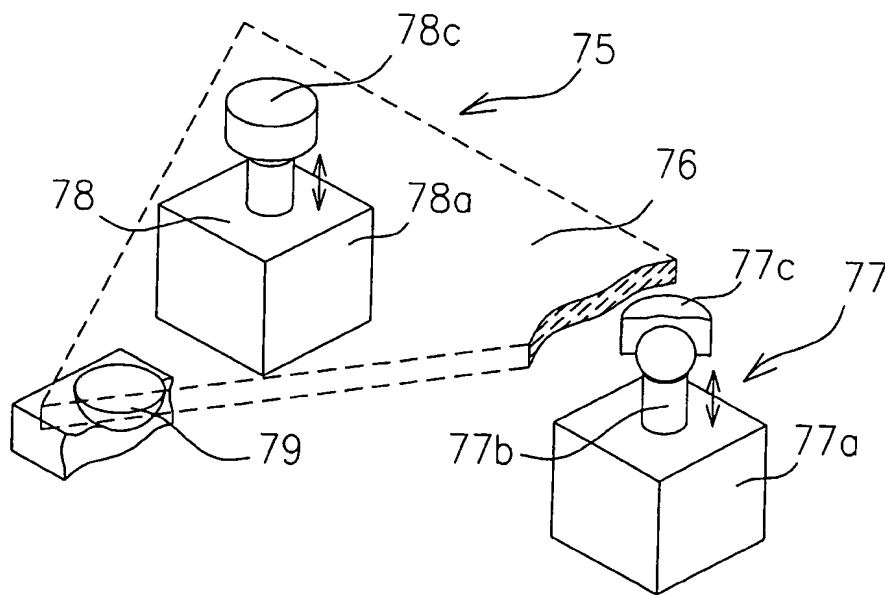
[図7C]



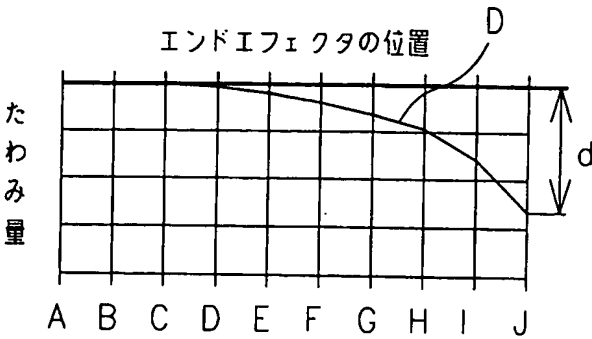
[図8]



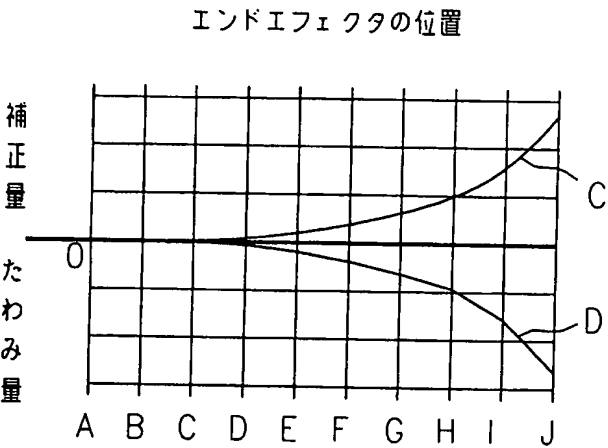
[図9]



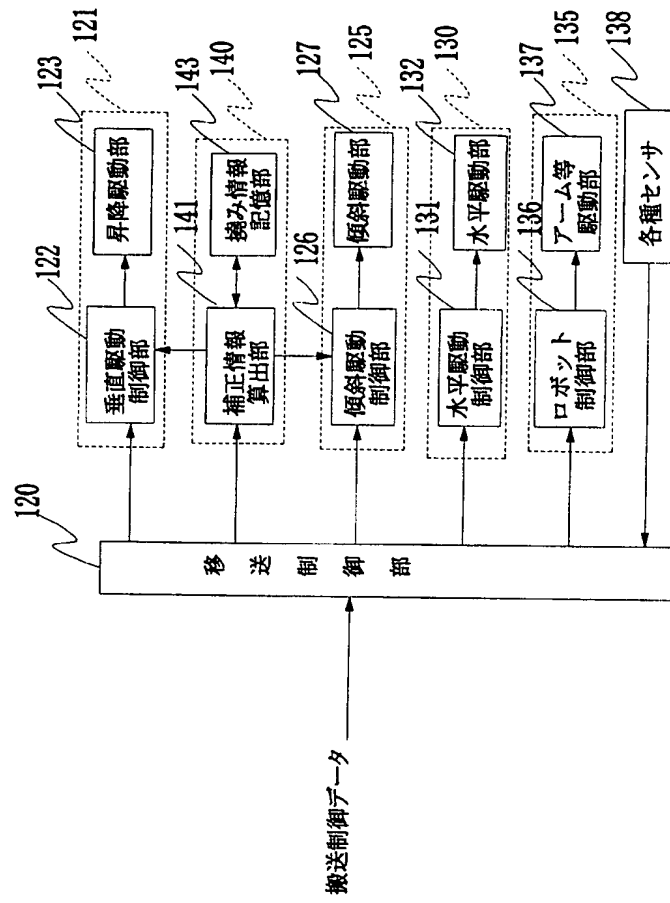
[図10A]



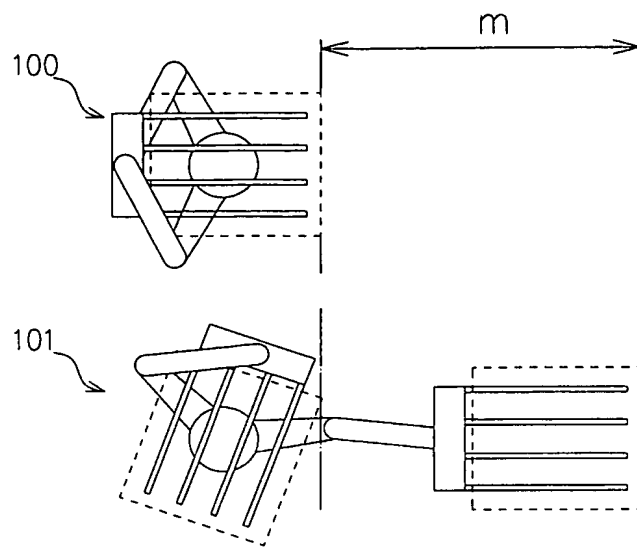
[図10B]



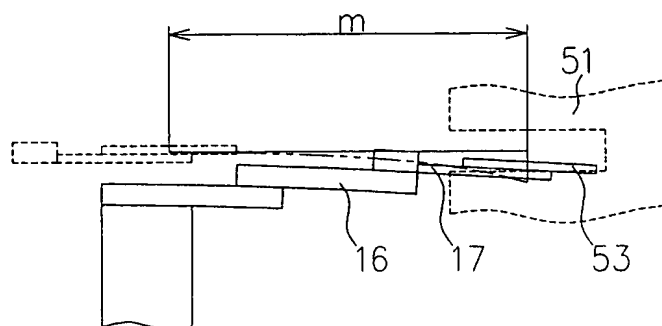
[図11]



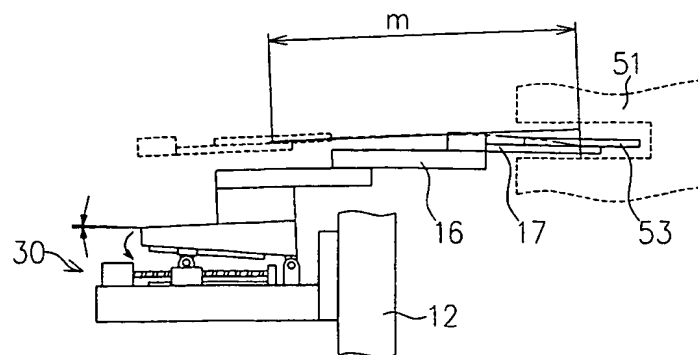
[図12A]



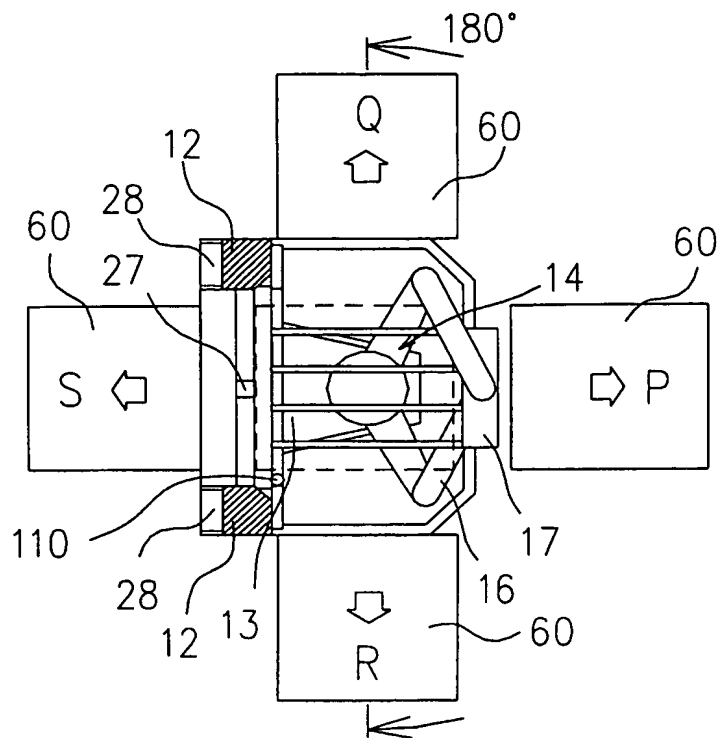
[図12B]



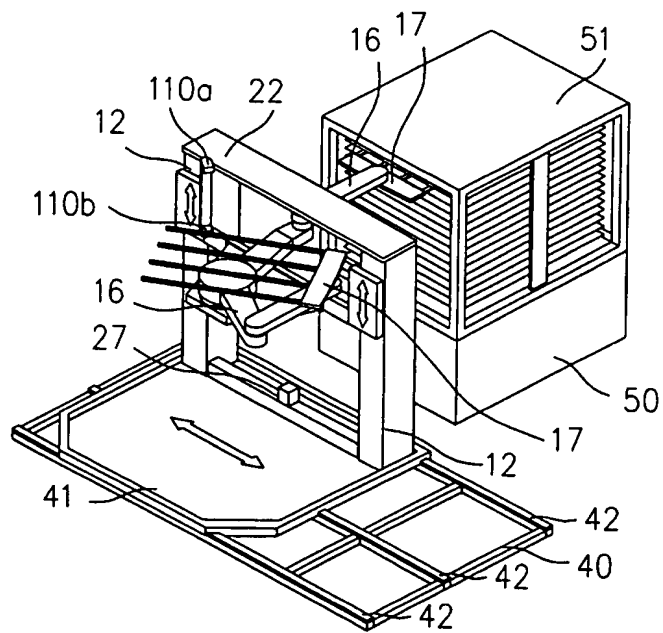
[図12C]



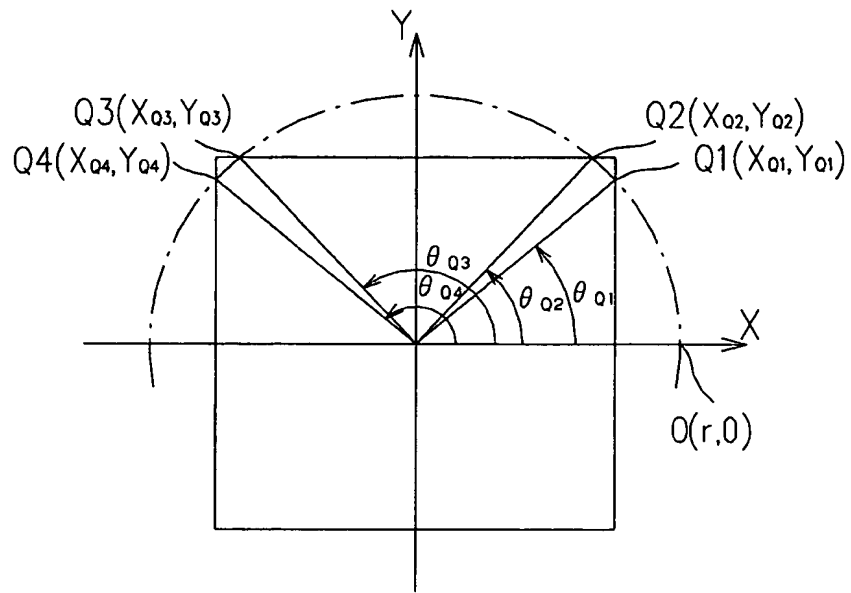
[図13]



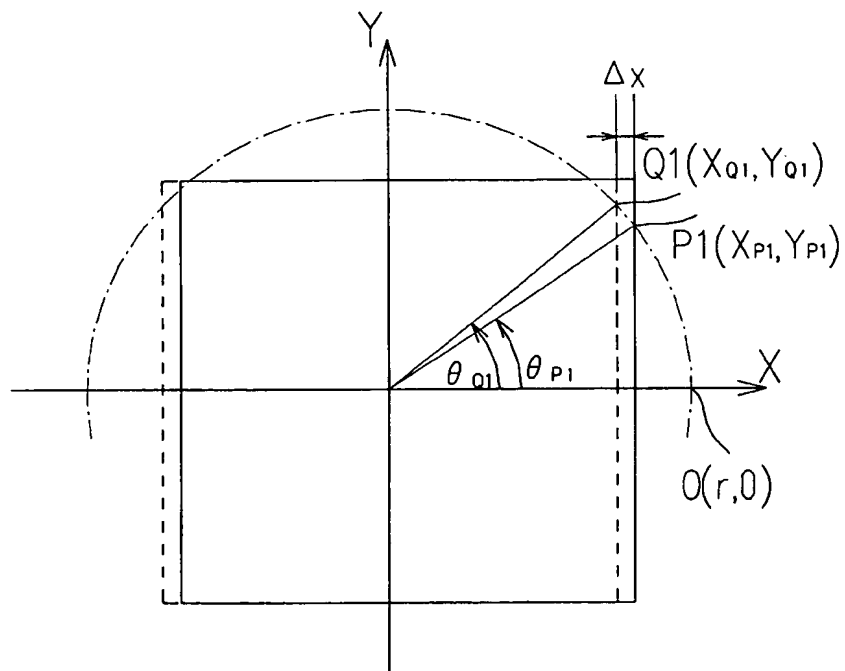
[図14]



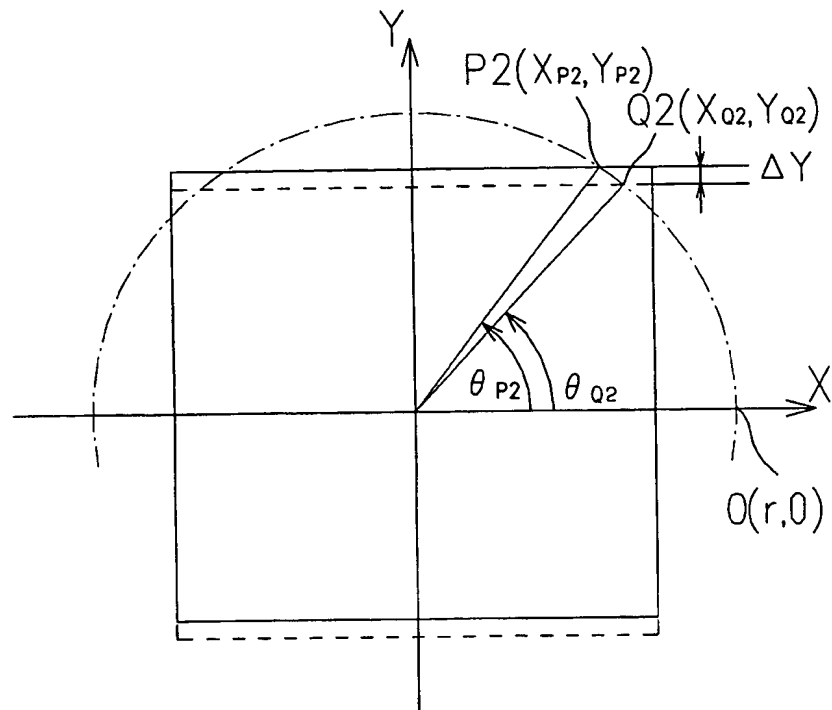
[図15]



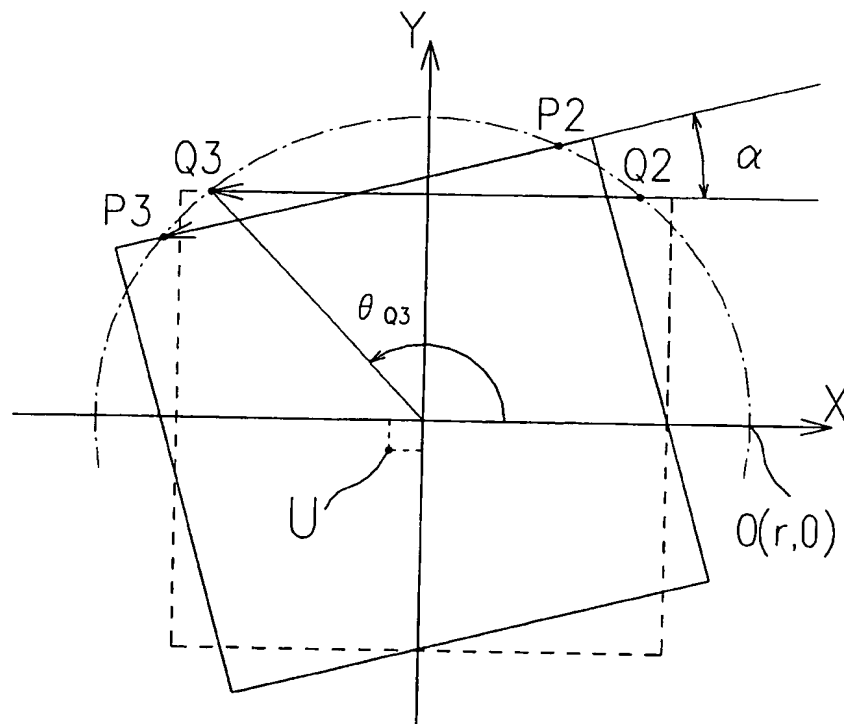
[図16]



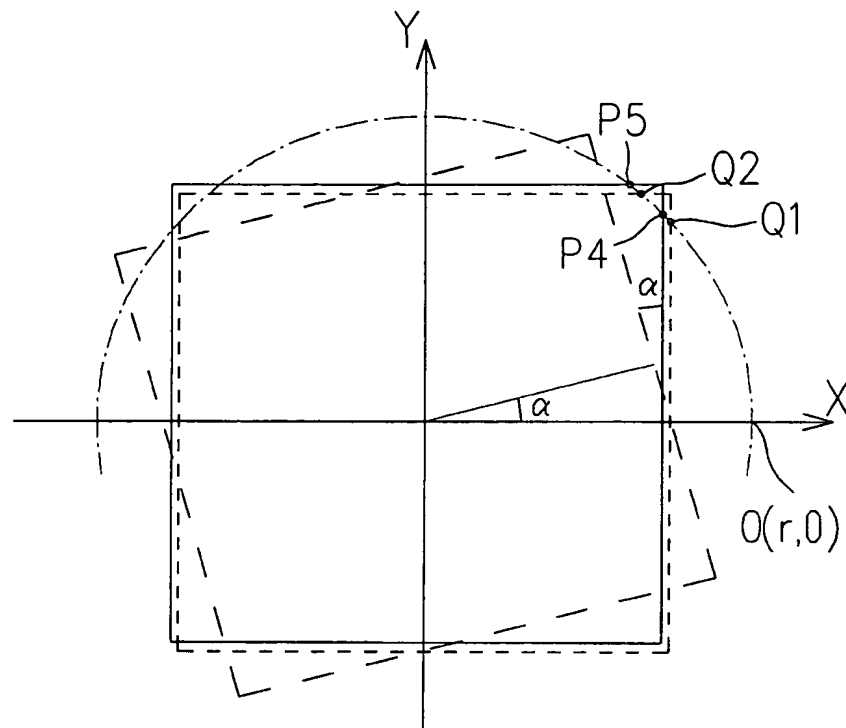
[图17]



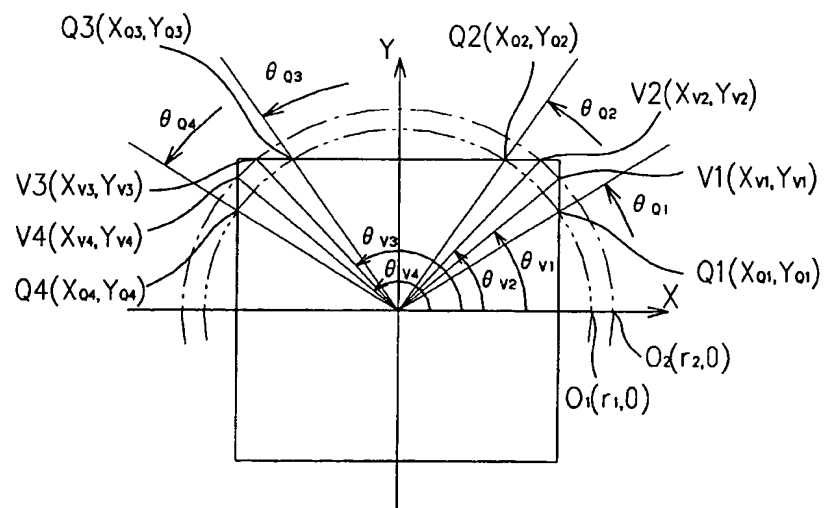
[图18]



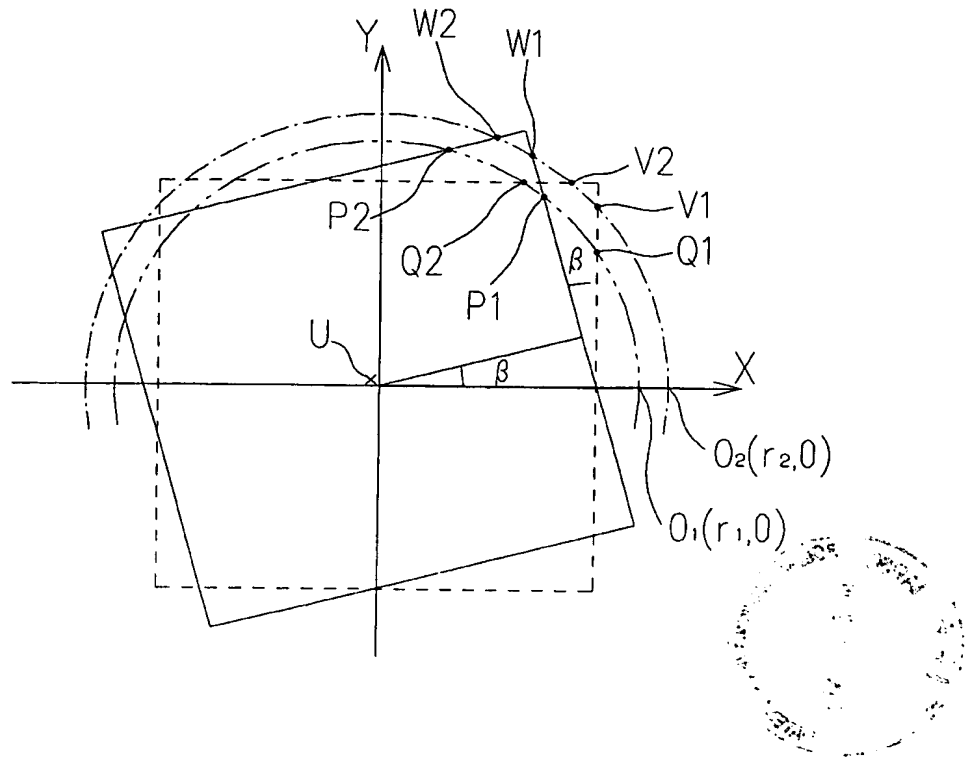
[図19]



[図20]



[図21]



[図22]

